

鋼・コンクリート合成構造に用いる接着剤の前養生期間に関する実験的検討

呉工業高等専門学校 学生会員 ○下田 卓 正会員 三村陽一
宇部興産機械株式会社 正会員 小川淳史 正会員 和多田康男
山口大学大学院 正会員 吉武 勇

1. はじめに

鋼・コンクリート合成構造では、両者が一体となり挙動するために、スタットジベルなどの機械的ずれ止めが一般的に使用されている。それに対し、機械的ずれ止めに替わり無機系防錆剤(以下、接着剤と略記)を使用することで施工性やコンクリートの充填性向上を図った合成構造の開発・研究が進んでいる。本研究で使用する接着剤は、鋼板に塗布した後にコンクリート打設までに養生期間(以下、前養生と略記)を要する。前養生後、鋼板上にフレッシュコンクリートを打設すると、鋼板とコンクリートを接着する効果が発揮される。本実験では、接着剤を使用した合成構造の適切な前養生期間を求める基礎データを得るため、合成構造の小型はり供試体を用いた曲げ実験を行った。

2. 実験方法

本実験に用いた供試体を図-1に示す。圧延時に生じる酸化被膜(黒皮)のままの鋼板に接着剤を塗布し、この鋼板上にコンクリートを打設したN供試体とブラスト処理によって黒皮を除去した鋼板を用いたB供試体を作製した。鋼板の寸法は、支点反力が鋼板に直接作用しないよう、支間長と同じ長さの300mmとした。

本研究で用いた供試体記号を図-2に示す。接着剤の塗布にはリシンガンを用いた。塗布後ただちに養生室へ鋼板を搬入し、コンクリートの打設を行うまで、2~168日間の前養生を行った。使用したコンクリートは呼び強度30の配合であり、合成床版でしばしば使用される低添加形膨張材を添加した。コンクリートの材齢1日で脱型し、脱型後は養生室において水中養生を行った。なお、鋼板が水中で腐食しないよう、グリスを塗布した。曲げ実験を行った材齢は、いずれの試験も7日である。また、使用したコンクリートの力学特性を求めるため、B供試体やN供試体と同バッチのコンクリートを用いて、圧縮強度や曲げ強度試験などを行った。

本研究で行った曲げ実験は、図-1に示すように、支間長300mm、荷重点間距離100mmの2点荷重である。なお本研究では、図-1に示す位置でコンクリートや鋼板のひずみを計測した。荷重が約1kN増加するごとにひずみを記録した。

3. 実験結果および考察

曲げ実験の破壊状況の一例(B-7-2)を写真-1に示す。この例に示すように、いずれの供試体も等曲げ区間の範囲内でコンクリートにひび割れが発生した。また、破線内の拡大写真に示すように、コンクリートのひび割れが発生した箇所より支点側で、コンクリートと鋼板の剥離が生じていた。また、写真-2に示すように、接着剤と鋼板の間で剥離が生じており、鋼板の表面が滑らかなN供試体の鋼板には、ほとんど接着剤が残存しなかった。

ここで、各供試体の破壊荷重比(B供試体・N供試体の破壊荷重/コンクリートの曲げ強度試験の破壊荷重)を図-3に示す。B供試体、N供試体ともに同様の挙動を示しており、前養生2日では破壊荷重比がB供試体で1.26、N供試体で1.09となり、鋼板を貼り付けたにも関わらず、コンクリートのみの場合

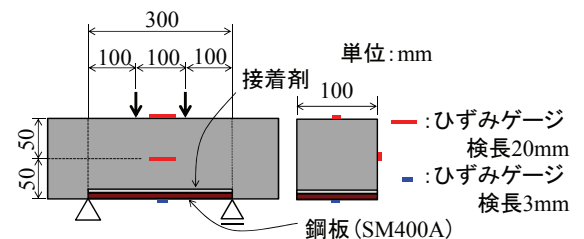


図-1 供試体およびひずみ計測位置

B : ブラスト処理
N : ブラスト未処理(黒皮状態)
[N or B]-t-1 → 1 or 2
t : 前養生期間
2, (3), (4), (5), 7, 14, 28, 140, 168日
()はB供試体のみ作製

図-2 供試体記号

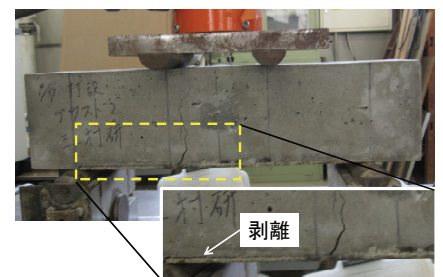


写真-1 破壊状況(B-7-2)

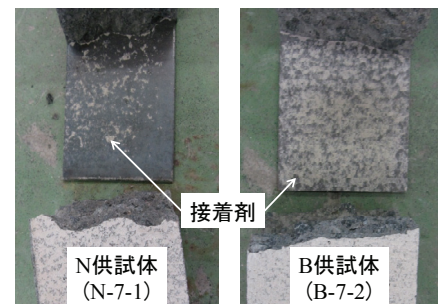


写真-2 破壊状況

の破壊荷重と差がほとんどなかった。前養生期間を長くすると、徐々に破壊荷重比は大きくなり、前養生7日や14日でB供試体の破壊荷重比は1.45～1.53、N供試体では1.37～1.45となった。前養生が28日以上になると、B供試体では1.42～1.51となった。また、N供試体では前養生28日以降は1.30～1.58となった。

前養生14日における鋼板下面のひずみと荷重の関係を図-4に示す。図-4に示すように、最大荷重は若干異なるが、B供試体とN供試体のひずみ挙動は同様であり、荷重が23kNでひずみが急激に増加した。以上のことより、ブラスト処理の有無は、ひずみ挙動にはほとんど影響せず、接着性能の向上に若干寄与すると考えられる。

コンクリートと鋼板を完全付着と仮定し、コンクリートの全断面有効として求めた断面2次モーメントを用いて、曲げ理論による式(1)から鋼板のひずみを求めた。

$$\varepsilon_s = \left\{ n \frac{M}{I} (h - y_1) \right\} / E_s \quad (1)$$

ここに ε_s : ひずみ, n : ヤング係数比, M : 曲げモーメント, I : 図心軸まわり断面2次モーメント(コンクリート全断面有効), h : 供試体高さ, y_1 : 上縁から図心軸までの距離, E_s : 鋼板のヤング係数を表す。

曲げ実験より得られた鋼板のひずみと式(1)から求めたひずみ挙動を図-5に示す。図-5に示すように、荷重8kNまで、実験値は計算値とほぼ一致し、最大でもひずみ 3×10^{-6} しか差がなかった。荷重が8kNを超えると、ひずみの計算値に比べ実験値が小さくなった。これは、コンクリートに微細なひび割れが生じるとともに、コンクリートと鋼板の間でずれ(すべり)が生じ、鋼板のひずみが一部解放されたためと考えられる。

B供試体における鋼板下面のひずみと前養生期間の関係(荷重5kN, 15kN)を図-6に示す。コンクリートにひび割れが生じていない荷重5kN時のひずみは、前養生が長くなるにつれてやや漸増する傾向にあるが、ほぼ同程度であった。一方、荷重15kNでは、前養生2～5日では平均 41×10^{-6} なのに対し、前養生7日以降では平均 52×10^{-6} と、前養生が7日を超えると鋼板のひずみが大きくなった。このような鋼板のひずみの増加は、接着力が向上したことによるひずみ解放の抑制に起因するものと推察される。破壊荷重比や鋼板のひずみから、前養生期間が7～14日程度以上あれば、充分に接着力を発揮すると判断される。また、塗布後168日(24週)のように前養生が長期になっても接着性能の著しい低下はみられないと考えられる。

4. まとめ

本研究で得られた知見を、以下に要約する。

- (1) 鋼板のブラスト処理は、ひずみ挙動に対してほとんど影響しないが、接着性能の向上に若干寄与する。
- (2) 合成構造の小型はり供試体を用いた曲げ実験で得られた破壊荷重比や鋼板のひずみから、本研究で用いた接着剤の前養生は、7～14日程度以上あればよいと判断される。また、塗布後24週のように前養生が長期になっても接着性能の著しい低下はみられない。

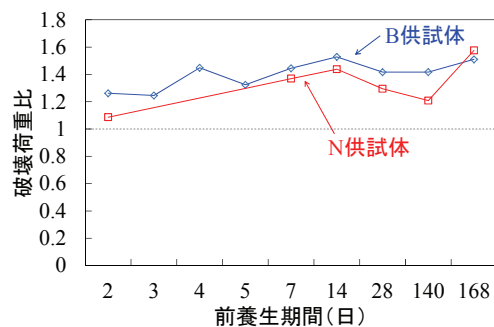


図-3 破壊荷重比

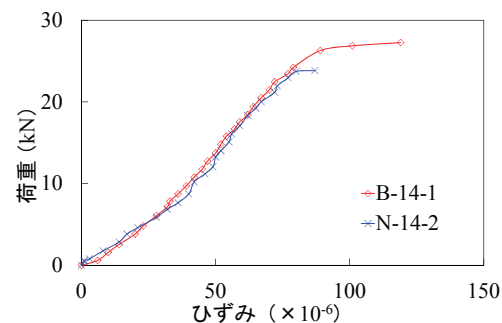


図-4 荷重とひずみの関係(前養生14日)

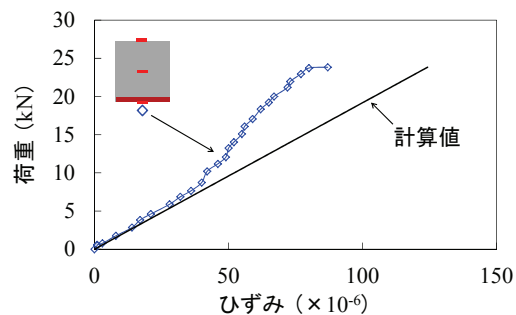


図-5 計算値と実験値の比較(N-14-2)

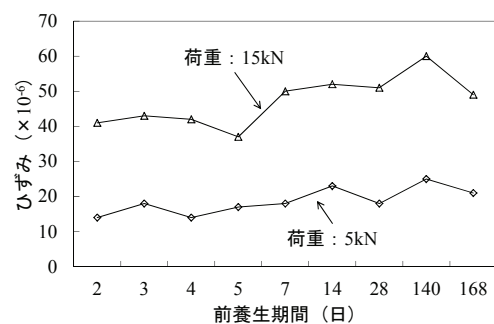


図-6 前養生期間とひずみの関係
(B供試体)